

송사리와 방어의 視覺運動反應

張 忠 植* · 李 秉 錡*

The Optomotor Response of Killifish and Yellowtail

Choong-sik JANG*, Byoung-gee LEE*

The authors carried out an experiment to find the optomotor response of killifish, *Orizias latipes* (TEMMINCK et SCHLEGEL) and Yellowtail, *Seriola quinqueradiata* (TEMMINCK et SCHLEGEL) according to the colors of the netting pattern on the visual screen and the revolving velocities of the visual screen.

The experimental water tank was made of 0.5 cm thick transparent acryl in the cylindrical shape (100R×42Hcm). The water level in the tank was maintained 30cm high from the bottom.

The colors of the netting pattern (mesh size: 19.1cm, width of netting twine: 1.5cm, hanging ratio: 84%) on the three visual screens were black, red and green respectively.

The revolving velocities of the visual screen were controlled by pulley, bevel gear and variable speed motor in three steps; slow (15.0cm/sec), middle (37.4cm/sec) and high (62.9cm/sec).

The fish was put into the water tank before each experiment and released in it for 30 minutes in order to acclimatize itself to the tank. The visual screen was revolved for 4 minutes per each experiment, at first the fish was released for 1 minute, and then the behavior of the fish was observed for 3 minutes. In the course of clockwise and counter clockwise experiments, 10 minutes-pause was given for the rest.

The behavior of the fish was observed by video system, and rounding number and swimming speed of the fish were analysed.

The results obtained are as follows:

- (1) Optomotor response rate of Killifish and yellowtail were 95% and 94% respectively.
- (2) Response of the fish according to the colors of the netting pattern on the three visual screens was best in black, and second in red and third in green.
- (3) Response of the fish according to the revolving velocities of the visual screen was best in high speed, and second in middle speed and third in slow speed.

緒 論

視覺運動反應은 動物의 視野에 있는 어떤 目標物이 움직일 때, 이것을 網膜上的 한 점에 유지하려고 하기 때문에 일어나는 移動反應이며, 動物의 視覺研究에 이용되고, 魚類에 관하여도 走流性, 遊泳速度, 群形成, 漁法 等の 研究에 이용되고 있다(井上, 1978).

視覺運動反應에 관한 研究는 Blaxter et al(1964)이 청어에 대하여, Inoue and Kondo(1972, 1973)는 황어와 멸치에 대하여, Inoue and Sedana는 버들치와 황어에 대하여, Flores et al.(1978)은 오징어와 금붕어에 대하여, Kawamura and Hara(1980)는 milkfish에 대하여 조사한 바 있다. 이상과 같은 研究들은 Inoue and Kondo (1972,

* 釜山水產 大學 : National Fisheries University of Busan

1973)가 實驗한 것을 제외하고는 黑白 줄무늬모양에 대한 反應을 조사한 것이며, 魚類가 運動反應을 일으킬 수 있는 遊泳空間이 매우 좁은 곳에서 實驗한 것이다.

本 研究에서는 송사리와 방어에 대하여 黑, 赤, 綠色의 그물무늬의 視覺膜을 3段階의 速度로 回轉시킬 때의 反應을 조사함으로써 움직이는 그물 근처에 있어서의 魚類의 行動을 밝히고자 하였다.

材料 및 方法

1. 試 魚

本 實驗에 사용한 試魚는 김해 부근의 河川에서 잡은 체장이 3~5cm인 송사리 *Orizias latipes* (TEMMINCK et SCHLEGEL)와 충무 근해의 定置網에서 漁獲되어 蓄養場에서 飼育된 체장이 6~8cm인 방어 *Seriola quinqueradiata* (TEMMINCK et SCHLEGEL)이며, 이들은 飼育水槽에서 1주일 이상 適應시킨 후 實驗에 사용하였으며, 實驗水溫의 범위는 19.0~22.0°C였다.

2. 裝 置

實驗裝置는 試魚를 수용하는 水槽를 안에 두고, 그 밖에 視覺膜을 부착시킨 回轉圓筒을 설치하여, 回轉圓筒만 回轉시킬 수 있게 하였다(Fig. 1).

水槽는 透明한 아크릴판(두께: 0.5cm)으로 만든 圓筒形水槽(100R×42Hcm)이며, 바닥은 白色으로 칠하였고, 水深은 30cm로 유지하였다.

視覺膜은 종이(352L×42Hcm) 위에 白色 비닐을 붙이고, 그 위에 폭이 1.5cm인 黑, 赤, 綠色의 비닐을 그물모양(그물코의 크기: 19.1cm, 伸縮率: 84%)으로 붙인 것이며, 回轉圓筒에 붙여 사용하였다.

回轉圓筒은 實驗室 바닥으로부터 255cm 높이에 있는 回轉台에 철봉으로 연결하고, 回轉台는 實驗室바닥 상부에 있는 풀리와 직경이 5cm인 쇠파이프로 연결하고, 이를 베벨기어와 변속모터에 연결하여 시계 및 반시계 방향으로 2.6, 6.4, 10.7rpm(直線速度: 15.0, 37.4, 62.9cm/sec)의 3段階로 하였다.

視覺膜内部의 照明은 固定台에 5W 전구 14개를 달고, 그 밑 25cm되는 곳에 빛 擴散膜(Light diffusing screen: tracing paper 0.06mm×5장)을 설치하여 물표면에 있어서의 照도가 32 lx되도록 하였다.

試魚의 行動觀察은 固定台 中央에 비디오 카메라

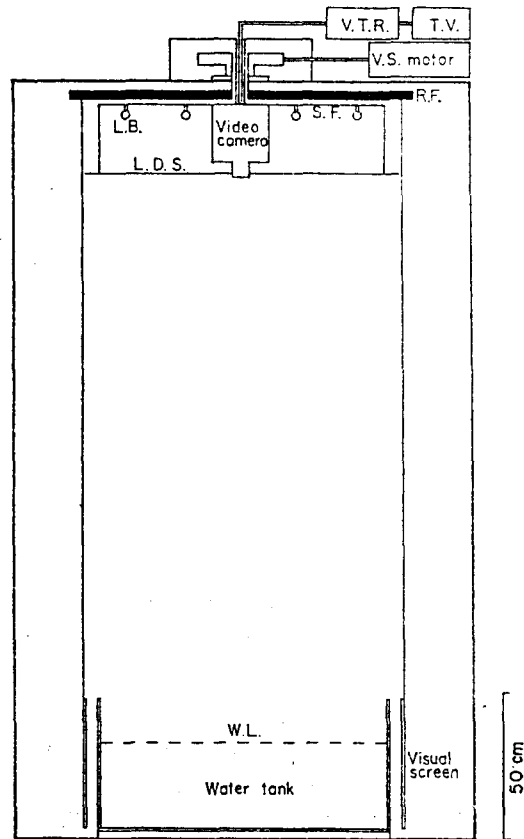


Fig. 1 Schematic diagram of the setup used for the experiment.

R. F. : revolving frame
S. F. : stationary frame
L. B. : light bulb
L. D. S. : light diffusing screen

를 장치하고 이것을 實驗室外部에 있는 V. T. R. 및 T. V.로 연결하여 하였다.

電壓이 일정하도록 하기 위하여는 자동정전압기를 사용하였다.

實驗室의 内部를 白色으로 칠하였고 外部의 빛이 들어오지 못하게 차광하였다.

3. 實驗方法

視覺運動反應을 조사하기 위하여, 飼育水槽에서 適應된 試魚를 1마리씩 實驗水槽에 옮겨 30分 이상 適應시킨 후, 視覺膜을 시계方向으로 回轉시켜 1분이 경과한 後부터 3분간 試魚의 行動을 旋回數와 遊泳速度로서 조사한 다음, 10분간 정지시켰다가 다시 반시계 방향에 대하여 같은 方法으로 試行하였다.

實驗은 그물 무늬가 없는 白色膜에 대하여 조사한

송사리와 방어의 視覺運動反應

후에 視覺膜의 3가지 色相과 3段階 速度의 조합에 대하여 시계 및 반시계 방향으로 각각 10회씩 試行 하였으며, 이 때 學習效果를 피하기 위하여 매회 實驗마다 다른 個體를 사용하였다.

視覺運動反應을 나타내는 것은 試魚가 實驗水槽의 中心을 基點으로 하여 視覺膜의 回轉方向과 같은 方向으로만 1回轉 이상 旋回하는 경우로 하였다.

旋回數와 游泳速度의 測定은 試魚의 行動을 비데오 테이프에 녹화하였다가 재생시켜 트레이싱紙에 그린 游泳跡에서 구하였다.

結果 및 考察

1. 初期條件

송사리와 방어가 白色의 視覺膜을 3분간 19.1回轉 시켰을 때 反應한 結果는 Table 1과 같다.

송사리는 20회의 試行 중 視覺運動反應을 하지 않은 회수가 17회이고, 視覺運動反應을 한 3회중의 旋回數는 1.2回轉 이하로 視覺膜의 回轉數와 比較해 볼 때 6%에 지나지 않는다.

방어는 20회의 試行 중 視覺運動反應을 하지 않은 회수가 16회이고, 視覺運動反應을 한 4회 중의 旋回數는 3.8回轉 이하로 視覺膜의 回轉數에 比較해 볼 때 20%에 지나지 않는다.

이것은 白色의 視覺膜이 回轉한다 하여도 이를 認知할 수 없기 때문이라고 보아진다.

2. 視覺膜의 그물무늬의 色相에 따른 反應

송사리와 방어가 反應한 視覺運動反應의 回數는 각각 Table 2, 3과 같다.

視覺運動反應의 回數를 보면, 각각 180회의 試行 중 송사리에서는 171회(95%) 反應하였고, 방어에서는 169회(94%) 反應하였다.

Inoue and Kondo(1972)가 황어를 試魚로 하여 黑色그물무늬의 形態나 크기를 變更하여 實驗한 結果에서는 100%가 視覺運動反應을 하였는데, 本實驗의 結果에서 송사리와 방어도 視覺膜의 그물무늬의 色相과 回轉速度에 따라 큰 차이 없이 90% 이상이 視覺運動反應을 하였다.

송사리와 방어가 視覺膜의 그물무늬의 色相에 따라 反應한 旋回數는 각각 Table 2, 3과 같고, 이들의 平均値는 Fig. 2와 같다.

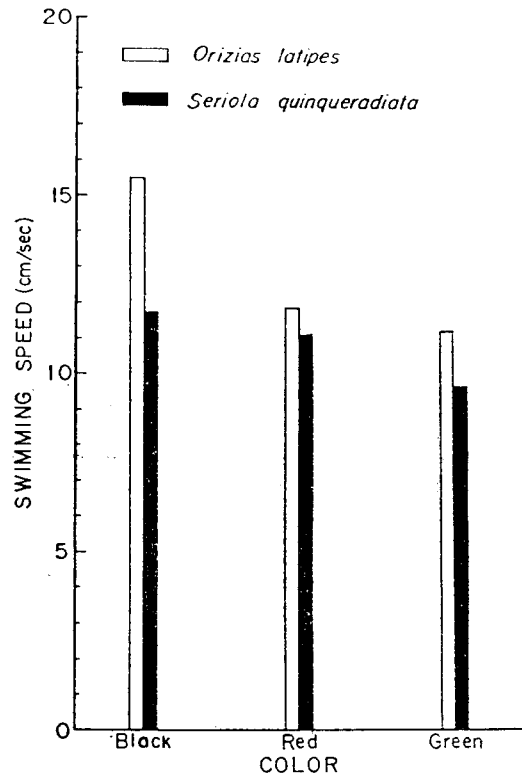


Fig. 2 Mean rounding number of the fishes responded according to the colors of the netting pattern on the visual screen.

Table 1. Rounding direction and number of the fishes swam according to the white screen (19.1 revolutions for 3minutes)

Fish species	*Revolving direction of the white screen	** Series number									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Orizias lasipes</i>	cw	0	0	(3.4)	0	1.0(1.8)	0	0	0	0	0
	ccw	1.2	0	1.0	0	1.0	(1.4)	0	0	0	0
<i>Seriola quinqueradiata</i>	cw	0	0	(1.8)	2.3	0	(2.3)	0	2.8(1)	(1.6)	0
	ccw	0	0	0	0	0	1.0	0	1.9	3.8	0

*cw : clockwise, ccw : counter clockwise

**Number in parenthesis denotes rounding number of the fishes swam against the revolving direction of the white screen.

Table 2. Rounding number of killfish responded according to the visual screen for 3 minutes.

Color	Visual screen		**Series number										Mean	
	Revolving number	*Revolving direction	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Black	7.7	cw	9.6	7.0	6.3	5.4	4.0	6.5	6.5	5.7	8.0	4.6	6.5	
		ccw	6.3	4.0	5.5	8.0	7.7	(6.7)	8.3	7.8	7.8	3.6		
	19.1	cw	8.6	11.4	11.7	12.5	9.5	17.4	12.0	7.6	14.2	16.8		12.9
		ccw	10.4	14.4	10.4	10.9	8.8	19.6	15.4	8.7	20.4	17.7		
	32.1	cw	25.6	31.3	27.4	39.9	14.5	31.4	13.8	35.5	24.0	28.5		24.1
		ccw	15.3	29.3	25.2	27.6	14.7	16.9	12.4	30.7	24.8	12.4		
Red	7.7	cw	3.4	6.9	15.0	5.9	3.7	6.5	2.3	5.0	4.5	2.8	5.7	
		ccw	4.0	(4.5)	5.4	12.8	8.4	6.5	(2.4)	2.3	5.0	2.5		
	19.1	cw	9.3	11.4	5.7	8.2	9.5	8.3	8.0	11.3	9.5	18.6	10.2	
		ccw	8.4	(1.0)	9.3	15.4	5.0	9.5	6.3	7.8	13.0	13.0		
	32.1	cw	10.5	(8.8)	9.0	14.9	9.2	17.4	8.7	18.4	26.2	12.5	13.0	
		ccw	9.7	14.0	7.9	14.0	8.6	16.6	10.1	12.5	14.6	11.5		
Green	7.7	cw	5.7	3.7	6.0	2.9	3.5	(3.1)	7.2	5.4	2.5	3.2	4.6	
		ccw	4.0	4.9	6.4	2.6	5.2	3.4	5.0	7.6	5.2	3.5		
	19.1	cw	5.2	8.0	10.8	6.1	8.3	9.6	4.0	1.0	9.0	6.4	8.1	
		ccw	11.0	5.7	7.1	11.7	6.0	13.4	(1.5)	(3.6)	7.1	4.3		
	32.1	cw	27.8	13.3	7.3	7.1	6.5	14.8	14.2	13.0	9.8	11.2	12.1	
		ccw	15.9	9.8	8.0	11.0	12.0	2.3	13.8	14.1	10.0	10.4		

* cw : clockwise, ccw : counter clockwise

**Number in parenthesis denotes rounding number of the fish swam against the revolving direction of the visual screen.

Table 3. Rounding number of yellowtail responded according to the visual screens for 3 minutes

Color	Visual screen		**Series number										Mean
	Revolving number	*Revolving direction	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Black	7.7	cw	6.0	2.4	3.9	5.1	5.7	3.9	3.9	5.7	4.5	6.1	5.0
		ccw	(2.4)	3.6	5.4	5.2	6.3	3.2	4.4	6.7	4.9	7.6	
	19.1	cw	4.8	5.6	7.7	8.5	11.5	8.3	8.0	5.9	5.9	8.3	7.5
		ccw	4.2	7.4	5.4	9.0	10.3	10.5	6.6	7.0	6.2	9.4	
	32.1	cw	6.5	15.1	8.9	16.1	11.8	6.9	10.5	10.3	10.9	12.0	10.5
		ccw	12.0	11.1	11.3	8.9	11.9	8.7	14.0	7.2	7.1	8.0	
Red	7.7	cw	4.7	6.3	2.7	2.7	4.5	2.8	1.4	4.3	1.1	2.0	4.2
		ccw	4.5	1.0	2.8	4.0	5.6	4.3	5.2	2.6	6.3	5.5	
	19.1	cw	(5.2)	6.2	4.2	4.2	4.6	4.9	10.2	7.1	7.2	5.4	6.3
		ccw	8.0	5.0	4.2	8.4	5.5	5.7	9.9	6.5	7.6	5.3	
	32.1	cw	9.5	9.3	8.5	13.1	7.5	11.6	7.0	12.3	13.5	7.7	9.6
		ccw	10.3	7.1	7.1	7.6	7.5	13.6	6.0	9.9	15.2	7.2	
Green	7.7	cw	4.2	1.5	1.5	3.0	5.6	3.5	3.1	2.0	2.1	3.5	3.5
		ccw	4.2	1.5	4.6	4.7	4.8	4.2	3.0	1.5	2.5	5.3	
	19.1	cw	4.3	9.2	6.3	4.0	5.7	7.5	5.3	(3.1)	2.3	3.4	5.7
		ccw	4.1	7.0	5.9	6.7	3.7	7.6	(2.3)	7.0	5.7	4.1	
	32.1	cw	15.3	12.6	(5.8)	9.0	12.7	6.5	5.5	8.9	8.5	4.5	9.5
		ccw	8.1	14.3	11.0	12.5	10.8	8.6	6.1	11.0	10.8	4.7	

*cw : clockwise, ccw : counter clockwise

**Number in parenthesis denotes rounding number of the fish swam against the revolving direction of the visual screen.

송사리와 방어의 視覺運動反應

平均旋回數를 보면 Fig. 2와 같이 송사리에서는 視覺膜의 그물무늬가 黑色일 때 14.6回轉, 赤色일 때 9.7回轉, 綠色일 때 8.3回轉이며, 黑色에 대한 赤, 綠色의 차이는 뚜렷하였으나 赤色에 대한 綠色의 차이는 뚜렷하지 않았다.

방어에서는 視覺膜의 그물무늬가 黑色일 때 7.7回轉, 赤色일 때 6.7回轉, 綠色일 때 6.3回轉이며, 色相에 따른 차이는 뚜렷하지 않았으며, 송사리 보다 旋回數가 월등히 적었다.

송사리와 방어가 視覺膜의 그물무늬의 色相에 따라 反應한 游泳速度는 각각 Table 4, 5와 같고, 이들의 平均値는 Fig. 3과 같다.

平均游泳速度를 보면 Fig. 3과 같이 송사리에서는 視覺膜의 그물무늬가 黑色일 때 15.5cm/sec, 赤色일 때 11.8cm/sec, 綠色일 때 10.9cm/sec이며, 黑色에 대한 赤, 綠色의 차이는 뚜렷하였으나 赤色에 대한 綠色의 차이는 뚜렷하지 않았다.

방어에서는 視覺膜의 그물무늬가 黑色일 때 11.7cm/sec, 赤色일 때 11.1cm/sec, 綠色일 때 9.2cm/sec이며, 色相에 따른 차이는 뚜렷하지 않았다.

Flores et al.(1978)은 色相에 따른 오징어의 視覺運動反應은 視覺膜의 色相보다 contrast에 의한다고 하였는데 송사리와 방어도 같은 경향을 보인 것 같다.

또한 송사리가 방어보다 모든 色相에 대하여 잘

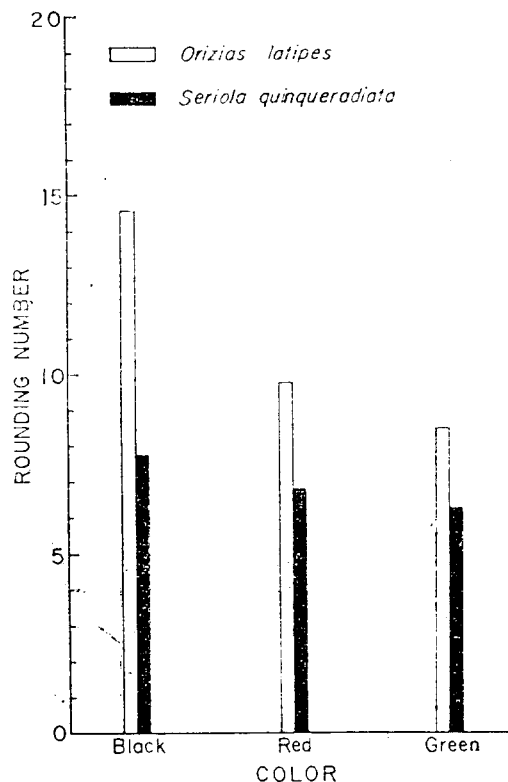


Fig. 3 Mean swimming speed of the fishes responded according to the colors of the netting pattern on the visual screen.

Table 4. Swimming speed of killifish responded according to the visual screen. (unit : cm/sec)

Color	Visual screen		** Series number										Mean
	Revolving velocity	*Revolving direction	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Black	15.0	cw	9.1	5.1	9.5	7.5	5.5	7.3	6.5	9.1	8.3	6.0	7.9
		ccw	10.0	6.8	8.0	7.2	13.1	(11.4)	6.9	10.9	7.7	5.8	
	37.4	cw	14.2	14.8	19.9	20.7	10.1	14.2	17.1	12.6	11.3	16.9	15.0
		ccw	17.0	10.5	17.7	18.0	10.5	17.3	16.4	12.9	12.0	16.0	
	62.9	cw	25.2	23.1	22.8	27.5	22.0	20.8	20.5	26.0	26.5	30.8	23.2
		ccw	20.5	22.0	23.5	26.2	24.0	19.3	19.3	24.5	18.3	21.1	
Red	15.0	cw	5.8	11.8	11.9	8.6	6.3	9.8	2.9	5.4	7.1	4.8	7.7
		ccw	4.1	(7.7)	7.7	12.7	13.9	10.1	(4.0)	3.9	8.3	3.4	
	37.4	cw	15.8	15.8	8.8	11.5	15.3	12.5	13.6	16.3	14.9	18.2	14.1
		ccw	14.3	13.2	18.5	8.3	15.7	10.7	12.8	19.1	13.9	13.6	
	62.9	cw	16.8	(14.1)	14.9	16.3	15.7	23.6	14.8	20.8	25.4	16.5	17.4
		ccw	16.0	14.0	13.1	15.4	14.2	22.5	15.0	16.1	19.0	19.6	
15.0	cw	7.7	6.1	9.0	3.4	6.0	(5.1)	11.0	6.2	3.0	5.4	6.4	
	ccw	4.8	8.3	5.7	2.6	8.9	4.4	7.1	8.1	8.3	6.0		
Green	37.4	cw	6.9	10.8	12.2	4.9	9.5	12.0	4.3	0.9	9.7	8.7	9.6
		ccw	13.7	7.8	7.9	7.0	8.4	15.6	15.7	8.5	7.1	7.1	
	62.9	cw	20.0	21.1	12.1	10.4	10.7	24.5	17.6	17.6	15.1	15.0	16.5
		ccw	18.3	15.7	12.2	15.9	18.0	(13.4)	3.3	18.3	18.4	16.0	

*cw : clockwise, ccw : counter clockwise

**Number in parenthesis denotes swimming speed of the fish swam against the revolving direction of the visual screen.

Table 5. Swimming speed of yellowtail responded according to the visual screen.

Visual screen			**Series number										Mean
Color	Revolving velocity	*Revolving direction	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Black	15.0	cw	10.2	2.4	6.6	6.6	8.3	6.6	6.6	9.7	7.7	10.4	8.1
		ccw	(4.1)	5.8	8.7	8.9	10.7	5.5	7.5	11.4	8.3	12.9	
	37.4	cw	8.2	9.3	9.5	14.5	18.1	12.9	13.2	7.1	8.3	14.0	11.8
		ccw	7.2	12.2	7.1	15.3	17.5	16.1	11.2	9.3	8.1	16.0	
	62.9	cw	10.0	13.9	15.2	18.8	17.6	11.8	14.4	12.5	15.3	20.4	15.1
		ccw	20.4	11.6	18.0	15.2	20.3	14.8	14.2	12.3	12.1	13.6	
Red	15.0	cw	8.0	10.7	4.6	4.6	7.7	4.8	2.4	7.3	1.9	3.2	7.0
		ccw	7.7	1.8	4.8	6.8	9.5	5.6	8.9	4.4	10.7	9.4	
	37.4	cw	(8.9)	8.6	7.2	7.2	7.8	7.1	13.3	13.5	12.3	9.2	10.3
		ccw	9.8	8.5	7.2	14.3	9.4	9.7	16.9	11.1	12.9	9.0	
	62.9	cw	16.2	12.2	13.6	17.9	12.8	19.8	11.4	21.0	13.3	13.1	14.5
		ccw	17.5	11.4	11.7	10.5	12.8	23.2	10.2	15.4	14.2	12.3	
15.0	cw	7.2	2.6	2.6	5.1	9.5	6.0	5.3	3.4	3.6	6.0	5.7	
	ccw	7.2	2.6	7.8	8.0	8.2	7.2	5.1	2.6	4.3	3.3		
Green	37.4	cw	7.3	13.1	9.7	6.8	7.6	12.8	6.4	(4.3)	3.9	5.2	8.3
		ccw	7.0	10.3	10.0	9.6	6.3	12.9	(3.9)	8.4	9.7	7.0	
	62.9	cw	12.6	15.8	(9.9)	15.3	7.6	11.1	9.4	15.2	14.0	7.7	12.7
		ccw	13.4	17.0	16.2	20.1	8.7	10.4	10.4	10.9	18.4	8.0	

*cw : clockwise, ccw : counter clockwise

**Number in parenthesis denotes swimming speed of the fish swam against the revolving direction of the visual screen.

反應하였는 데, 이것은 일반적으로 海産魚보다 밝은 곳에 사는 민물魚가 視覺이 뛰어나기 때문이라고도 볼 수 있고, Kawamura and Hara(1980)가 miki fish의 成長段階에 따른 視覺運動反應에서 稚魚期 이상이 되어야 視覺器의 機能이 發達한다고 한 것을 參考하면, 송사리는 방어보다 魚體는 작으나 視覺器의 機能이 發達하였고 방어는 그렇지 못하기 때문에 反應을 덜 한 것 같다.

3. 視覺膜의 回轉速度에 따른 反應

송사리와 방어가 視覺膜의 回轉速度에 따라 反應한 旋回數는 각각 Table 2, 3과 같고, 이들의 平均値는 Fig. 4와 같다.

平均旋回數를 보면 Fig. 4와 같이 송사리에서는 視覺膜의 回轉數가 7.7回轉일 때 5.1回轉, 19.1回轉일 때 10.5回轉, 32.1回轉일 때 16.5回轉이며, 視覺膜의 回轉數가 증가함에 따라 뚜렷하게 증가하였으나 視覺膜의 回轉數에 比例하여 증가하지는 않았다.

방어에서는 視覺膜의 回轉數가 7.7回轉일 때 4.2回轉, 19.1回轉일 때 6.4回轉, 32.1回轉일 때 9.9回轉이며, 視覺膜의 回轉數에 따른 차이는 송사리와

같은 경향을 보였으며, 송사리와 방어의 차이는 視覺膜의 回轉數가 증가할수록 뚜렷하였다.

視覺膜의 回轉數가 증가함에 따라 試魚의 旋回數가 뚜렷하게 증가한 것은 試魚가 視覺運動反應을 하기 때문이다.

송사리와 방어가 視覺膜의 回轉速度에 따라 反應한 游泳速度는 각각 Table 4, 5와 같고, 이들의 平均値는 Fig. 5와 같다.

平均游泳速度를 보면 Fig. 5와 같이 송사리에서는 視覺膜의 速度가 15.0cm/sec일 때 7.3cm/sec, 37.4cm/sec일 때 13.0cm/sec, 62.9cm/sec일 때 19.1cm/sec이며, 視覺膜의 速度가 증가함에 따라 뚜렷하게 증가하였으나 試魚의 旋回數 증가에 比例하여 증가하지는 않았다.

방어에서는 視覺膜의 速度가 15.0cm/sec일 때 7.3cm/sec, 37.4cm/sec일 때 10.4cm/sec, 62.9cm/sec일 때 14.2cm/sec이며, 視覺膜의 回轉速度에 따른 차이는 송사리와 같은 경향을 보였으며, 송사리와 방어의 차이는 旋回數의 차이보다 작았다.

試魚의 游泳速度가 旋回數 증가에 比例하여 증가하지 않는 것은 視覺膜의 回轉速度가 증가함에 따라

송사리와 방어의 視覺運動反應

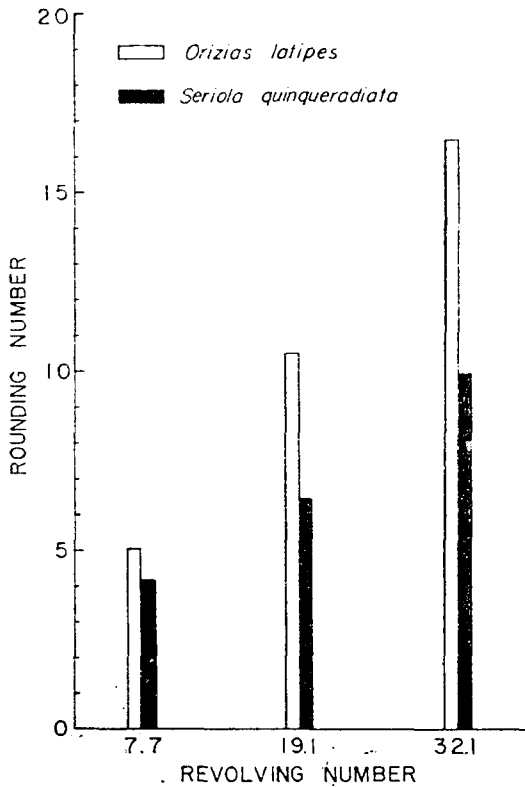


Fig. 4 Mean rounding number of the fishes responded according to the revolving velocities of the visual screen.

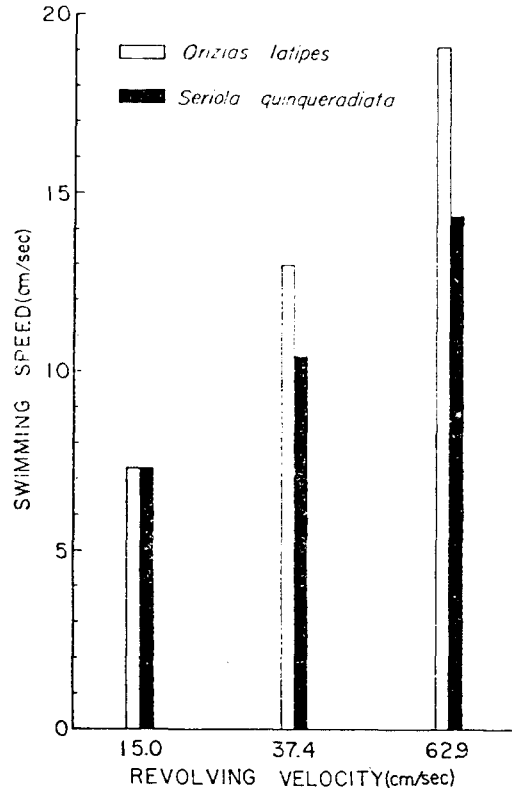


Fig. 5 Mean swimming speed of the fishes responded according to the revolving velocities of the visual screen.

試魚의 旋回直徑이 작아지기 때문이며, 송사리와 방어의 游泳速度 차이가 旋回數의 차이보다 작은 것도 방어의 旋回直徑이 송사리의 것보다 크기 때문이다.

4. 試魚가 잘 反應하는 視覺膜의 速度는 62.9, 37.4, 15.0cm/sec의 順이며, 速度에 따른 차이는 뚜렷했다.

要 約

黑, 赤, 綠色의 그물무늬의 視覺膜을 15.0, 37.4, 62.9cm/sec의 速度로 回轉시켰을 때의 송사리 *Orizias latipes*와 방어 *Seriola quinqueradiata*의 視覺運動反應을 조사한 結果는 다음과 같다.

1. 視覺運動反應率은 송사리가 95%, 방어가 94%였다.

2. 송사리가 잘 反應하는 視覺膜의 色相은 黑, 赤, 綠色의 順이며, 黑色에 대한 赤, 綠色의 차이는 뚜렷했으나 赤色과 綠色의 차이는 뚜렷하지 않았다.

3. 방어가 잘 反應하는 視覺膜의 色相은 黑, 赤, 綠色의 順이며, 色相에 따른 차이는 뚜렷하지 않았다.

謝 辭

本 研究를 위해 많은 助言을 아끼지 않으신 梁龍林 教授와 實驗을 도와 준 金祥權, 金鎭萬, 李炳燾, 林鍾信 學生諸位께 깊은 感謝를 드리는 바입니다.

文 獻

Blaxter, J.H.S., B.B. Parrish and W. Dickson (1964): The importance of vision in fish relation to drift nets and trawls. Modern Fishing Gear of the world- II, 529-536.
 Flores, E.E.C., S. Igarashi and T. Mikami (1978): Studies on squid behavior in relation

- to fishing. Ⅲ. On the optomotor response of squid, *Todarodes pacificus* steenstrup, to various colors. Bull. Fac. Fish. Hokkaido univ. 29(2), 131-140.
- 井上 實(1978):魚の行動と漁法. 恒星社, 東京, 63-83.
- Inoue, M. and I. P. Sedana (1975): On the optomotor reaction of fish relevant to fishing method., Experiments to induce circular movement of fish school in a tank. *ibid*, 61(1-2), 1-10.
- Inoue, M. and T. Kondo(1972): On the optomotor reaction of fish relevant to fishing method. I. Reaction of fish to visual pattern. Jour. Tokyo univ. Fish., 58(1-2), 9-16.
- Inoue, M. and T. Kondo(1973): Form vision of Dace and Anchovy for moving fish figures. *ibid*, 59(2), 55-67.
- Kawamura, G. and S. Hara(1980): On optomotor response of milkfish Larvae and Juveniles. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46(11), 929-932.